



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
CURSO TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

REGINA HELENA GONÇALVES

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE AGUARDENTE DE ACEROLA (*Malpighia  
emarginata* DC)**

JOÃO PESSOA – PB  
2017

REGINA HELENA GONÇALVES

**DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE AGUARDENTE DE ACEROLA (*Malpighia  
emarginata* DC)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Alimentos, do curso de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba, Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Campus V, João Pessoa.

Orientador: Prof. Dr. Ismael Ivan Rockenbach

G635d Gonçalves, Regina Helena.

Desenvolvimento e análise de aguardente de acerola (*Malpighia emarginata* DC) .  
[recurso eletrônico] / Regina Helena Gonçalves. -- 2017.  
31 p. + CD.

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader.

Orientador: Dr. Ismael Ivan Rockenbach.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Tecnologia de Alimentos) –  
CTDR/UFPB.

1. Aguardente. 2. Acerola. 3. Suco. I. Rockenbach , Ismael Ivan. II. Universidade  
Federal da Paraíba. III. Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional. IV. Título.

CDU: 663.5(043)

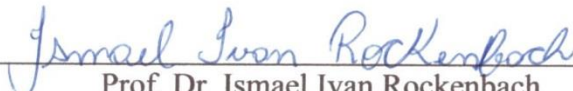
REGINA HELENA GONÇALVES


DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE AGUARDENTE DE ACEROLA (*Malpighia  
emarginata* DC)

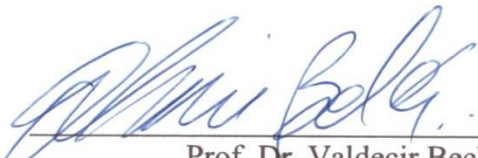
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Paraíba, como parte  
das exigências para a obtenção do título de  
Tecnólogo de Alimentos.

João Pessoa, 28 de Novembro de 2017.

BANCA EXAMINADORA

  
Prof. Dr. Ismael Ivan Rockenbach  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)  
(Orientador e Presidente da Banca Examinadora)

  
Prof. Dr. Kelson Carvalho Lopes  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)  
(Membro da Banca Examinadora)

  
Prof. Dr. Valdecir Becker  
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)  
(Membro da Banca Examinadora)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus e a Nossa Senhora, pela benção, de ter saúde e disposição para a conclusão do presente curso de graduação em Tecnologia de alimentos pela UFPB.

Agradeço ao meu orientador Ismael Ivan Rockenbach por tudo que fez por mim e também ao professor Kelson, que disponibilizou seu tempo para me ajudar.

Agradeço também à minha mãe Claudenice Lira da Silva, que nunca desistiu de mim, que sempre acreditou na minha capacidade e que em todos os obstáculos esteve presente, segurando a minha mão, me dando todo apoio possível e me incentivando a buscar sempre mais acreditar em mim e ao meu padrasto Everaldo, por todo amor e carinho. Também agradeço aos meus avós Manoel (*in memoriam*), Stella (*in memoriam*), Ivonete e Luis (*in memoriam*), sem os quais não seria possível a realização de tal sonho. Agradeço ao meu pai José Geraldo, pela vida. Em especial, agradeço ao amor da minha vida, meu pai de criação, que me ensinou tudo o que sei e o que sou, meu anjinho Tio Tota (*in memoriam*).

Agradeço aos meus irmãos, Milíca, Segundo e Manoel Neto, por todo apoio e carinho. Aos meus primos, Cássia e Ronaldo júnior pela ajuda. Aos meus tios por tudo que fizeram por mim. A minha cunhada Lidiane, que sempre está disposta a me ajudar.

Agradeço também aos técnicos do CTDR, Bosco, Claudia, Zé Carlos, Diego, Erivelton, Helder, Larissa, Gisleânea, por toda a ajuda e paciência que tiveram comigo. Agradeço aos meus colegas de laboratório, Gustavo, Mileni, Marcia, Beth, Isa por toda ajuda. Agradeço aos meus companheiros do começo do curso, Júnior, Nielson, Priscila, Tatiane, Isis, Aline, Jailson, Diego, Cleane, Marcelo e principalmente as minhas amigas que fizeram de tudo por mim, Bruna, Luanna e Leticia Bacelar.

Agradeço as amizades que conquistei ao longo do curso, Jayme, José Edinaldo, Luiz, Flora, Kedema, Letícia Lima, Thamara, Alessandra, Cassia, Thais, Isis, Gabi, Washigton, Irla, Aline, Roberta, Laice, Jaine, Gabryella, Simone, Jordão, Ivanildo, Maria da Guia e por último e mais importante “Seu Georges” que foi a pessoa que me ajudou a passar nas provas com sua paciência e dedicação de ajudar ao próximo. Agradeço aos meus amigos por todas as mensagens de apoio e orações que fizeram por mim.

Agradeço também a todos os professores que me ensinaram, sempre dispostos a passar seus conhecimentos.

## RESUMO

Uma das bebidas fermento-destiladas mais fabricadas no mundo é a aguardente, obtida pela fermentação de mostos açucarados de vegetais, em estrito, de cana de açúcar. A acerola é considerada uma fonte natural de vitamina C, por conter um alto teor dessa substância. A fruta representa uma alternativa comercial provável no mercado fruticultor. Dito isso, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a análise de uma aguardente de acerola obtida a partir do suco da fruta. Foi elaborados o pé-de-cuba e o mosto que foram executados com matéria-prima em estágio de maturação maduros devidamente sanitizados, com fabricação do suco, chaptalização, correção de pH, fermentação e por fim destilação em alambique de cobre. Foram analisados: umidade, pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (°Brix) e cinzas do suco de acerola. Análises de pH e grau alcoólico foram executadas na aguardente. O trabalho teve resultados referentes a aguardente de acerola, que apresentou grau alcoólico superior ao permitido segundo a legislação brasileira de aguardente, o que sugere que novos estudos posteriores devem ser desenvolvidos a fim de se obter uma aguardente dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

**Palavras-chave:** Aguardente. Suco. Acerola.

## ABSTRACT

One of the most manufactured yeast-distilled beverages in the world is the brandy, obtained by the fermentation of sugary musts of vegetables, in strict, of sugar cane. Acerola is considered a natural source of vitamin C because it contains a high content of this substance. The fruit represents a probable commercial alternative in the fruit grower market. Having said that, this work had as objective the development and the analysis of a brandy of acerola obtained from the juice of the fruit. A "pé-de-cuba" was prepared and added to the fermentable must. The must was elaborated with raw material in maturation stage. The steps were: sanitization, chaptalization, pH adjustment, fermentation and finally distillation in a copper alambic. Moisture, pH, titratable acidity (TA), total soluble solids (° Brix) and ashes of acerola juice were analyzed. pH and alcoholic degree analyzes were done on the brandy. The work had results referring to the brandy of acerola, which had an alcoholic degree superior to that allowed under the Brazilian legislation of "aguardente", which suggests that further studies should be developed in order to obtain a brandy within the parameters required by the legislation.

**Key words:** Brandy. Juice. Acerola.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Aceroleira. ....	12
<b>Figura 2</b> - Flor e frutos da Aceroleira. ....	13
<b>Figura 3</b> - Fluxograma da elaboração do pé-de-cuba. ....	18
<b>Figura 4</b> - Pé-de-cuba. ....	19
<b>Figura 5</b> - Fluxograma da elaboração do mosto. ....	20
<b>Figura 6</b> - Peças da centrífuga. ....	21
<b>Figura 7</b> - Concentração em °GL das frações de cabeça, coração e cauda de aguardente de acerola.....	25



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Características físico-químicas do suco de acerola.....	23
<b>Tabela 2</b> - Porcentagem e volume de destilação do suco de acerola. ....	24
<b>Tabela 3</b> - Características físico-químicas da aguardente de acerola. ....	25

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	10
<b>2 OBJETIVOS</b>	11
2.1 OBJETIVO GERAL	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
<b>3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	12
3.1 A ACEROLA ( <i>MALPIGHIA EMARGINATA</i> DC)	12
3.2 AGUARDENTE DE FRUTA	14
3.3 FERMENTAÇÃO ALCÓOLICA	15
3.4 PÉ-DE-CUBA	15
3.5 DESTILAÇÃO	16
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	17
4.1 MATÉRIA-PRIMA	17
4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SUCO	17
4.3 ELABORAÇÃO DO PÉ-DE-CUBA	18
4.4 ELABORAÇÃO DO MOSTO	20
4.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA AGUARDENTE DE ACEROLA	22
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	23
5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SUCO	23
5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FRAÇÕES DE AGUARDENTE DE ACEROLA	24
<b>6 CONCLUSÃO</b>	27
<b>REFERÊNCIAS</b>	28

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das bebidas fermento-destiladas mais fabricadas no mundo é a aguardente, obtida pela fermentação de mostos açucarados de vegetais, em estrito, de cana de açúcar (NÓREGA, 2003; BOGUSZ JUNIOR et al, 2006). A fabricação de aguardente no Brasil aplica-se quase exclusivamente no mercado do interno, onde o frequente consumo é um hábito amplamente divulgado, especialmente entre a população de menor renda, visto que é uma bebida de preço relativamente baixo. A parcela de produção destinada ao mercado externo é pouco significativa. Pesquisas a nível nacional mostram que os avanços na qualidade da aguardente ocasionam uma melhor acolhida do produto, não só pelos consumidores, como também por parte dos atuais não consumidores, além de permitir o aumento de condições favoráveis para aumentar o volume de exportação desse produto tão regional (LIMA et al, 1994).

Além da aguardente de cana-de-açúcar, também podem ser obtidas aguardentes de frutas. Segundo Brasil (2011), a aguardente de fruta deve ser obtida a partir do suco integral, concentrado ou da polpa, todos da mesma fruta.

O Brasil é considerado o principal produtor, consumidor e exportador mundial de acerola. Entre os principais estados brasileiros que produzem a acerola, Pernambuco representa 23,11% da produção nacional; seguido pelo Ceará, com 14,32%; São Paulo, com 11,39%; e Bahia, com 10,48%. O fruto também é produzido nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba e Piauí (MENDES, et al. 2012).

De acordo com SOARES et al (2001), a acerola é considerada uma fonte natural de vitamina C, por conter um alto teor dessa substância. A fruta representa uma alternativa comercial provável no mercado fruticultor, constituindo uma superprodução que vem apoiando estudos relacionados ao desenvolvimento de novos produtos a partir da matéria-prima que é consumida de forma in natura e polpa.

A aplicação de sucos de frutas para fabricação de bebidas alcoólicas tem o sentido de evitar o desperdício quando não se consome imediatamente a fruta. Isto também agrega valor as bebidas regionais. Na região da Amazônia e nos Andes, a caiçuma e chicha, cujas matérias-primas são a pupunha e o milho (ou mandioca), respectivamente, são bebidas alcoólicas que são fermentadas e geralmente consumidas em ocasiões comemorativas (ANDRADE et al, 2003).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento e a análise de uma aguardente de acerola obtida a partir do suco da fruta.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Desenvolver uma aguardente a partir do suco da acerola;
- Avaliar as características do suco utilizado na fabricação da aguardente de acerola;
- Avaliar as características físico-químicas da aguardente obtida.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 A ACEROLA (*MALPIGHIA EMARGINATA* DC)

A aceroleira pertence à família *Malpighiaceae*, na qual possui cerca de 63 gêneros e 850 espécies, das quais cerca de 30 espécies fazem parte do gênero *Malpighia*, sendo encontrada principalmente em regiões tropicais do continente americano (JOLY, 1983; NAKASONE; PAULL, 1998).

Segundo Araújo e Minami (1994), a aceroleira é uma planta arbustiva de hábito de crescimento que varia de prostrado a ereto, que apresenta copa aberta ou compacta, podendo chegar a 2,5 - 3,0 m de altura, em sua fase adulta. A casca do caule e dos ramos apresentam variações em suas características nos diferentes estágios da planta, plantas jovens são levemente rugosas com cor marrom, e plantas mais velhas são acinzentadas. As folhas são simples, inteiras, opostas, de pêndulo curto e forma que varia de oval a elíptica. Folhas e ramos jovens apresentam ligeira pilosidade, que causa irritação na pele (Figura 1).

**Figura 1** - Aceroleira.



Fonte: Blogsport.

As flores da aceroleira são dispostas em pequenos cachos pedunculados, surgem na axila das folhas de ramos novos ou em esporões laterais após surtos de crescimento vegetativo. São hermafroditas, com cinco sépalas e cinco pétalas franjadas, cuja coloração varia, entre genótipos, de branca a diferentes tonalidades de rosa. Ainda, apresenta dez estames, três estiletes, três carpelos unidos, formando um ovário globular, súpero, trilocado,

cada lóculo contendo um óvulo. É característica do cálice a presença de duas glândulas grandes em cada sépala, localizadas na parte basal externa (JOLY, 1983) (Figura 2).

A acerola (*Malpighia emarginata* DC) é um fruto tropical originário dos países da América, sendo altamente consumida decorrente do elevado valor nutricional em especial o alto teor de vitamina C (ácido ascórbico) e outros nutrientes, tais como niacina, riboflavina e tiamina (ASSIS et al., 2001; MEZADRI et al., 2008) (Figura 2).

**Figura 2** - Flor e frutos da Aceroleira.



Fonte: <http://olhares.sapo.pt>

O fruto é uma drupa, carnosa, variando na forma, tamanho e peso. O epicarpo (casca externa) é uma película fina; o mesocarpo é a polpa e o endocarpo é constituído por três caroços unidos, com textura pergaminácea, que dão ao fruto o aspecto trilobado, cada caroço pode conter no seu interior uma semente, com 3 a 5 mm de comprimento, de forma ovoide e com dois cotilédones (ALMEIDA et al., 2002).

A cor da casca do fruto imaturo normalmente apresenta-se verde, podendo também ser alvacentas ou verde-arroxeadas. Em frutos maduros, a cor da casca pode variar de vermelho-amarelada, vermelho-alaranjada ou vermelho a vermelho-púrpura. A cor da polpa pode ser amarela, alaranjada ou vermelha. As sementes são pequenas, monoembriônicas, não albuminadas, apresentando, na extremidade mais estreita, uma pequena saliência, que é a radícula embrionária (RITZINGER; RITZINGER, 2011).

A acerola é um fruto climatérico, com um elevado pico na sua taxa respiratória de 900 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h, mas com uma baixa taxa no pico de produção de etileno de 3 µL C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> kg<sup>-1</sup> h (CARRINGTON; KING, 2002).

O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador de acerola no mundo (CARVALHO, 2000). E suas implicações não só da Região do Sub-médio São Francisco, mais também envolve outras áreas dos estados de Pernambuco e Bahia, como também de outros polos agrícolas, em virtude da procura cada vez maior por essa fruta para a extração da polpa. Além desse uso, a acerola também entra na fabricação de licores, geleias, doces em calda e em pasta, 15 sorvetes, chicletes e bombons. Pode ainda ser consumida in natura, sob a forma de suco natural, ou como fonte enriquecedora de vitamina C quando associada ao suco de outras frutas (MENDES, et al. 2012).

### 3.2 AGUARDENTE DE FRUTA

No Brasil, a fabricação de aguardente de cana pode ser considerada uma respeitável atividade econômica, uma vez que o volume produzido é de 1,3 bilhões de litros ao ano (MIRANDA et al., 2007). O mosto fermentado a partir da cana de açúcar recebe a denotação de vinho, podendo ser destilado em vários tipos de aparelhos que possam fazer esse tipo de produto, sendo assim obtida a aguardente de cana, classificada como bebida fermento-destilada (LIMA, 1983).

Já o brandy de fruta ou aguardente de fruta, de acordo com a legislação brasileira, é a bebida com graduação alcoólica de 36 a 54% em volume, a 20 °C, obtida do destilado alcoólico simples da fruta, ou pela destilação do mosto fermentado da fruta. O coeficiente de congêneres não poderá ser inferior a 200 mg por 100 mL em álcool anidro e nem superior a 650 mg por 100 mL em álcool anidro (BRASIL, 1997).

Segundo SILVA et al. (2011), independente do vegetal utilizado, as matérias-primas utilizadas na produção de aguardentes devem incluir, basicamente, elevados teores de sacarose ou outro carboidrato, desde que este último possa ser convertido em açúcares simples que serão metabolizados pelas leveduras fermentativas. A opção da matéria-prima para a fabricação de aguardente deve levar em conta o estágio ideal de maturação do fruto, estar livre de matérias contaminantes, observar a variedade, as regiões e as condições culturais, de maturação, de sanidade, de colheita, de transporte, de armazenamento e de industrialização.

### 3.3 FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA

A fermentação alcoólica consiste na transformação dos açúcares existentes em álcool etílico, onde ocorre a formação intensa de gás carbônico. Para cada molécula de etanol produzida ocorre a formação de uma molécula de gás carbônico. Entretanto, a depender de como esta transformação é realizada, pode-se obter maior ou menor qualidade de aguardente e produto de melhor ou pior qualidade (SCHWAN; CASTRO, 2001). As leveduras são os microrganismos mais importantes na obtenção do álcool por via fermentativa. As leveduras utilizadas na fabricação de bebidas alcoólicas e combustível geralmente são linhagens da espécie *Saccharomyces cerevisiae* (VENTURINI FILHO; MENDES, 2008).

As *Saccharomyces cerevisiae* é predominante, sendo responsável pela maior parte da fermentação. Além disso, metabólitos secundários também são produzidos, como glicerol, ácidos orgânicos, acetoína, álcoois superiores, acetaldeído, butilenoglicol, etc. O cheiro e o sabor característicos na cachaça de alambique devem-se à presença desses metabólitos e de outras substâncias voláteis encontradas na complexa mistura da bebida (VIDAL et al., 2013).

Inúmeros fatores físicos (temperatura, pressão osmótica), químicos (pH, oxigenação, nutrientes minerais e orgânicos, inibidores) e microbiológicos (espécie, linhagem e concentração da levedura, contaminação bacteriana) afetam o rendimento da fermentação, ou seja, a eficiência da conversão de açúcar em etanol (LIMA et al., 2001). Quando ocorrem fermentações paralelas, reduz-se o rendimento fermentativo, modificando as características do vinho quanto aos teores dos componentes secundários, que neste caso são mais elevados, caracterizando as perdas de açúcares no processo de deterioração microbiológica (MUTTON, 2008).

### 3.4 PÉ-DE-CUBA

Os pés-de-cuba fermentos são o inóculo inicial. Na maioria das destilarias do Brasil é empregado como inóculo inicial o fermento desidratado, dada a possibilidade de compra da quantidade inicialmente necessária, evitando-se a operação de multiplicação e seus riscos. Esse tipo de inoculação é chamado de partida direta, pois não é necessária a multiplicação dos fermentos. No caso da utilização de cultura pura, é requerido da indústria um melhor nível tecnológico, pois a partir de pequenas quantidades de levedura seca viva ou acondicionada em tubos de cultura deve-se produzir a quantidade inicial necessária (EMBRAPA, 2017).



### 3.5 DESTILAÇÃO

A destilação separa as substâncias voláteis como: água, álcool etílico, aldeídos, álcoois superiores, ácido acético, gás carbônico, entre outras substâncias; e não voláteis, como: células de leveduras, bactérias, sólidos em suspensão e sais minerais (RIBEIRO, 2002).

A destilação do vinho vai promover a separação e a concentração dos compostos presentes, que por volatilização ou arraste do vapor são condensados, assim constituindo o destilado, cuja composição por sua vez vai depender de inúmeros fatores, inclusive do tipo de destilador utilizado, do modo como foi efetuada a destilação e do tempo de destilação (LIMA, 1964).

Na destilação, o vinho pode ser então separado em três frações: “cabeça”, que corresponde à fração formada pelos compostos mais voláteis (metanol, acetaldeído e acetato de etila) e corresponde às primeiras frações recolhidas do alambique com teor alcoólico superior a 60 °GL. Esta fração é rejeitada por conter vários componentes de aroma que possuem impressão sensorial negativa, tais como acetaldeído e compostos sulfurados (CASSINI, 2004).

A fração seguinte é a de “coração”, que é a parte da bebida a ser comercializada, constituindo cerca de 75 a 80% do volume destilado que é recolhido até que o teor alcoólico atinja de 1,0 a 1,5 °GL acima do que é estabelecido para ser engarrafada, a fim de compensar perdas futuras, caso se queira armazenar em barris ou envelhecer. É crucial assegurar que essa fração apresente uma baixa concentração de substâncias tóxicas e de compostos que diminuam a qualidade sensorial da bebida, bem como apresente concentrações aceitáveis de etanol e de compostos que sejam favoráveis ao sabor e aroma da cachaça (MENDONÇA, 2014).

E no final do processo de destilação é recolhida a fração de “cauda”, que também é conhecida como “água fraca”, correspondendo à última parte a ser destilada, formada por compostos com pontos de ebulição maiores que 100 °C (quando puros). Essa fração é separada quando o líquido recolhido do destilador atinge graduação de 38 °GL, uma vez que o processo não é interrompido após a obtenção da fração coração, sendo a fração cauda geralmente descartada (CASSINI, 2004).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento e as análises da aguardente de acerola foram realizados no Laboratório de Processamento de Alimentos, Laboratório de Análises Físico-Químicas e Laboratório de Operações Unitárias Sucroalcooleiras do Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional (CTDR), localizado no bairro de Mangabeira, Campus I - UFPB.

### 4.1 MATÉRIA-PRIMA

A matéria-prima utilizada foi o fruto acerola (*Malpighia emarginata* DC). O fruto foi adquirido no mercado central e em feiras livres do município de João Pessoa-PB em estágio de maturação maduro. Em seguida, foi encaminhado para o Laboratório de Processamento de Alimentos no CTDR, onde foi armazenado sob refrigeração por um período de 2 dias até o processamento.

### 4.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SUCO

A caracterização físico-química do suco foi realizada no Laboratório de Análises Físico-Químicas do CTDR, sendo executadas as análises de: umidade, pH, acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (°Brix) e cinzas. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

#### 4.2.1. Umidade

O teor de umidade foi determinado seguindo a metodologia de Brasil (2005).

#### 4.2.2. pH

O pH foi determinado pelo método potenciométrico, com o pHmetro previamente calibrado com as soluções tampões de pH 7,0 e 4,0.

#### 4.2.3. Acidez titulável (AT)

O método baseia-se na titulação com hidróxido de sódio até o ponto de viragem com o indicador fenolftaleína (IAL, 1985).

#### 4.2.4. Cinzas (Resíduo Mineral Fixo)

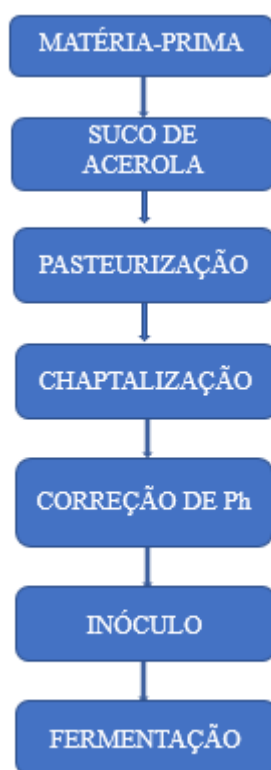
O teor de cinzas foi determinado seguindo-se o método da AOAC (1997).

#### 4.2.5. Sólidos solúveis totais (°Brix)

Foram determinados em refratômetro marca ATC Handheld e seus resultados corrigidos para 20 °C.

### 4.3 ELABORAÇÃO DO PÉ-DE-CUBA

**Figura 3** - Fluxograma da elaboração do pé-de-cuba.



Fonte: Do autor.

A elaboração do pé-de-cuba foi desenvolvida no Laboratório de Processamento de Carnes e Pescados do CTDR. Pesou-se 1 kg de acerola em balança AS-110 com bateria- Elgin. Em seguida, a matéria-prima em solução de cloro foi sanitizada a 100 ppm por 30 minutos em um recipiente de plástico. Com o auxílio de um liquidificador, marca Arno, procedeu-se a

trituração da fruta após adição de 1 L de água mineral, totalizando 2 L de suco, mesmo com as perdas. O suco foi então peneirado em uma peneira de aço inoxidável para retirada do bagaço. O suco obtido foi pasteurizado a 65 °C por 30 minutos em banho-maria, controlando-se a temperatura com o auxílio de um termômetro.

A chaptalização é a etapa do processo em que se adiciona sacarose ao mosto para se obter um produto com a graduação alcoólica dentro das especificações da legislação brasileira (BRASIL, 1997). Cada 25 g de sacarose que são adicionados a um volume final de 1 L elevam o °Brix do mosto em, aproximadamente, 2 unidades (DIAS et al. 2003). No presente estudo, adicionou-se uma solução de 200 g de açúcar, obtida com 100 mL de água e aquecimento até a diluição do açúcar cristal para melhor homogeneização no suco. Essa etapa tem o objetivo de corrigir o teor de sólidos solúveis que passou de 3,0 para 12,0 °Brix.

O valor inicial do pH verificado no suco foi de 3,0. Assim, a correção do pH foi realizada pela adição de NaOH (Hidróxido de sódio) a 40% até atingir-se pH 4,5.

Em seguida, foi realizada a inoculação com uma levedura de panificação (*Saccharomyces cerevisiae*) da marca Dr. Oetker, adquirida no formato seco instantâneo. Inicialmente, diluiu-se 20 g do fermento em 200 mL do próprio suco e depois se adicionou este conteúdo ao recipiente (béquer) que continha o suco de acerola já tratado (Figura 4).

**Figura 4 - Pé-de-cuba.**



Fonte: Do autor.

O processo de fermentação ocorreu em um período de 7 dias em uma estufa com temperatura controlada de 29 °C.

#### 4.4 ELABORAÇÃO DO MOSTO

Na preparação do suco para a elaboração do mosto foram utilizados 10 kg de acerola, os quais foram pesados em balança AS-110 com bateria- Elgin e previamente sanitizados de acordo com as especificações já descritas acima. Em seguida, os frutos, juntamente com 10 L de água mineral, foram triturados como descrito acima, e peneirados para retirada do bagaço.

O suco obtido foi então pasteurizado a 65 °C por 30 minutos em banho-maria, controlando-se a temperatura com o auxílio de um termômetro.

Na etapa de chaptalização foi adicionada solução de 2 kg de açúcar, obtida com 1 L de água mineral e aquecimento até a diluição do açúcar cristal para melhor homogeneização no suco. Em seguida, adicionou-se a solução açucarada ao suco que depois de outra medição no refratômetro passou de 3,0 para 14,0 °Brix.

**Figura 5** - Fluxograma da elaboração do mosto.



Fonte: Do autor.

Na sequência foi corrigido o pH com a ajuda do pHmetro devidamente calibrado. O pH foi corrigido com NaOH (Hidróxido de sódio) a 40%, e passou de 3,0 para 4,5.

Adicionou-se o pé-de-cuba ao suco com pH já corrigido e o mosto resultante foi colocado em uma balde de 20 L com tampa hermeticamente fechada e sistema “Airlock” para verificação da fermentação. O balde foi colocado em uma estufa com temperatura controlada de 29 °C.

A fermentação transcorreu em um período de 5 dias, quando se constatou um °Brix final de 5,0.

Devido ao conteúdo de fibra presente no mosto, foi necessário filtrar o mesmo antes deste passar pela centrífuga. A filtração foi realizada com um pano de algodão. A centrífuga (DESNATADEIRA 018GR) foi utilizada para retirar a levedura que estava presente no vinho resultante, como mostra a figura abaixo (Figura 6), já que não ocorreu a decantação. Foi verificado o grau alcoólico do vinho com auxílio de ebulliômetro devidamente calibrado, resultando em aproximadamente 7 °GL.

**Figura 6 - Peças da centrífuga.**



Fonte: Do autor.

A destilação foi realizada no Laboratório de Operações Unitárias Sucroalcooleiras do CTDR, em um alambique de cobre com capacidade de 30 L. Antes do início da destilação do fermentado de acerola foi realizada uma limpeza do alambique usando-se uma solução ácida a base de limão com a intenção de evitar a oxidação do cobre e, consequentemente, a contaminação do vinho. Foi adicionado o volume de 17,6 L de vinho ao alambique, o qual foi aquecido até 93 °C, quando se iniciou a destilação. Em cada fração obtida na destilação foi medido o grau alcoólico com a ajuda de um alcoômetro e uma proveta de 100 mL. A fração cabeça foi separada na graduação alcoólica entre 70,0 a 69,0 °GL. A fração coração foi obtida na variação alcóolica de 69,0 a 57,0 °GL. A fração cauda foi separada na variação de 57,0 a 35,0 °GL. No total, foram obtidos 2214 mL de destilado alcoólico.

#### 4.5 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DA AGUARDENTE DE ACEROLA

As análises físico-químicas da aguardente foram realizadas no Laboratório de Análises Físico-Químicas do CTDR. Foram inicialmente programadas as análises de: pH, acidez total, volátil e fixa, extrato seco, e glicídios em sacarose. No entanto, após serem realizadas as determinações de pH e grau alcoólico, ocorreu o descarte indevido das amostras de destilado que seriam analisadas, inviabilizando a conclusão deste trabalho conforme planejado inicialmente. Por esta razão, serão apresentados apenas os resultados de pH do destilado alcoólico das frações. As análises foram realizadas em triplicata.

##### 4.5.1. pH

O pH foi determinado pelo método potenciométrico, com o pHmetro previamente calibrado com as soluções tampões de pH 7,0 e 4,0.

##### 4.5.2. Grau alcoólico

Determinou-se com o uso de alcoômetro de Gay-Lussac colocados diretamente em volume de 250 mL de destilado a 20 °C e leitura direta em escala impressa no instrumento (IAL, 1985).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SUCO

Os resultados de caracterização físico-química do suco de acerola para produção de aguardente são apresentados na Tabela 1. O suco apresentou teor de umidade de 96,40% e teor de cinzas de 0,16%. Valores inferiores de umidade e superiores de cinzas foram encontrados por Chaves et al. (2004), os quais relataram índices de 89,82% para umidade e 0,46% para cinzas em suco de acerola. O teor de umidade observado é elevado em relação à polpa dos frutos por consequência da adição de água na obtenção do suco.

**Tabela 1** – Características físico-químicas do suco de acerola

<b>Variáveis</b>	<b>Valores médios</b>
Umidade (%)	96,40 ± 0,05
Cinzas (%)	0,16 ± 0,03
pH	3,0 ± 0,0
Sólidos solúveis totais (°Brix)	3,0 ± 0,0

Fonte: Do autor.

Segundo Parente (2014), o pH e os sólidos solúveis totais são fatores importantes na fermentação alcoólica industrial por causa de sua atuação no controle de bactérias contaminantes e seu efeito sobre as taxas de fermentação, de formação de subprodutos e de crescimento das leveduras.

O valor de sólidos solúveis totais obtidos no suco de acerola utilizado para produção da aguardente foi de 3,0 °Brix. Esse valor foi inferior ao apresentado por Chaves et al. (2004), que obtiveram 5,1 °Brix de sólidos solúveis totais em suas amostras de suco de acerola, e Costa et al. (2011), que analisaram três tipos de sucos de resíduo de acerola e obtiveram valores que variaram de 5,07 a 8,67 °Brix. Essa diferença pode ser consequência de diversos fatores, como: grau de maturação da fruta, concentração do suco, cultivar, solo e região de plantio (RESENDE et al., 2010).

O pH do suco de acerola foi de 3,0, como mostrado na Tabela 1. Valores próximos foram encontrados por Chaves et al. (2004) e Costa et al. (2011), sendo de 3,32 e 3,14, respectivamente. A faixa de pH entre 3,8 e 4,0 permite uma fermentação alcoólica rápida,



pois nesta faixa de pH ocorre o crescimento da levedura e inibição de bactérias indesejáveis (PARENTE, 2014).

## 5.2 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS FRAÇÕES DE AGUARDENTE DE ACEROLA

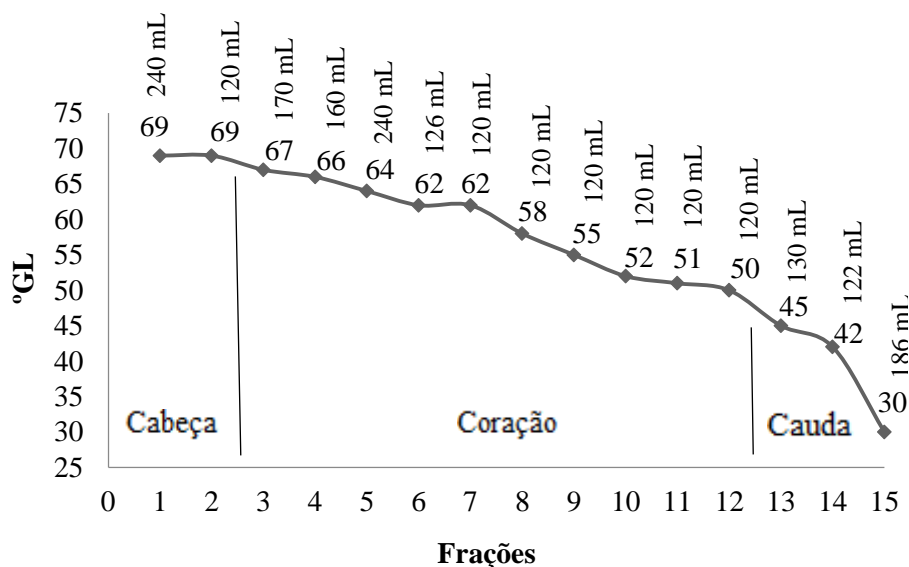
O fracionamento do destilado pode ser feito com base em diversas razões, como volume total da fração coletada, associado à concentração de álcool e às propriedades sensoriais de cada fração. Estas, tradicionalmente possuem graduação alcoólica (% v/v) aproximada de 78, 57 e 27% de álcool, respectivamente (NASCIMENTO et al., 1998).

De acordo com CASSINI (2004), o processo de destilação inicia-se com a formação dos compostos voláteis (metanol, acetaldeído e acetato de etila) que são retirados na primeira fração de aguardente chamada de cabeça, com um teor alcoólico superior a 60 °GL. No presente estudo, na destilação da aguardente de acerola, a porção cabeça correspondeu às 3 primeiras frações recolhidas, e o grau alcoólico variou de 69 a 67 °GL, como representado na Figura 6, totalizando um volume de 360 mL de destilado de cabeça (Tabela 2).

**Tabela 2** - Porcentagem e volume de destilação do suco de acerola.

<b>Frações</b>	<b>%</b>	<b>Volume (mL)</b>
Cabeça	16	360
Coração	64	1416
Cauda	20	438
Total	100	2214

Fonte: Do autor.

**Figura 7** - Concentração (°GL) das frações cabeça, coração e cauda de aguardente de acerola.

Fonte: Do autor.

A fração intermediária de “coração” corresponde à fração desejada, e representa em torno de 80% do volume total do destilado (CÔDO, 2013). Devido a problemas no alambique, o volume total das frações correspondentes à porção coração só representou 64% do volume total destilado, totalizando 1416 mL (Tabela 2). Correlacionando-se com a Figura 7, as frações da porção coração correspondem às frações 3 a 12.

O teor alcoólico da fração coração, correspondente ao produto final de aguardente de acerola combinando-se as frações 3 a 12, foi de 57 °GL (Tabela 3). Este grau alcoólico não está dentro da faixa estabelecida pela legislação para aguardente de frutas, que é de 36 a 54 °GL (BRASIL, 1997). O grau alcoólico característico deste tipo de bebida é em torno de 40 °GL (MARTÍNEZ et al., 1997). No estudo de Asquier et al. (2009), a aguardente de jabuticaba apresentou o teor alcoólico de 39 °GL. Uma das razões que podem justificar o teor alcoólico elevado na fração coração é o fato desta ter sido recolhida já a partir do destilado que continha grau alcoólico 67 °GL, resultando num volume final combinado que apresentou valores acima da legislação. Cabe considerar também a quantidade de açúcar adicionada ao mosto, a qual pode ter sido acima do ideal.

**Tabela 3** - Características físico-químicas da aguardente de acerola.

Variáveis	Coração
pH	5,81 ± 0,00
°GL	57 °GL

Fonte: Do autor.

O pH da aguardente de acerola foi 5,81, todavia, a legislação brasileira que trata de parâmetros de qualidade de aguardentes não prevê o valor de pH. Na literatura foram reportados valores de pH de aguardente de jabuticaba de 2,83 (ASQUIER, 2009), aguardente de pimenta 4,90 (SOUZA, 2017), e aguardente de cajuzinho do cerrado 4,93 (GONÇALVES, 2009). Estes valores são inferiores ao da aguardente de acerola obtida no presente estudo.

Segundo Cassini (2004) e Dias (2006), a cauda é a última fração do processo de destilação, e é formada basicamente pela borra do processo e por compostos com ponto de ebulição acima de 100 °C, como por exemplo, os ácidos capróico, caprílico, e cáprico, que dão um aroma parecido com o de sabão à bebida. O volume destilado de fração cauda no presente estudo foi de 438 mL, totalizando 20% do volume total. Esse volume pode ser considerado alto, porém, como explicado acima, houve problemas no alambique. É importante ressaltar que o volume mínimo ideal de vinho a ser utilizado dentro do alambique deve corresponder a dois terços da capacidade do equipamento.

## 6 CONCLUSÃO

A acerola é uma matéria-prima de grande potencial para fabricação de aguardente. O suco de acerola analisado neste experimento, apesar de apresentar valores baixos de sólidos solúveis totais quando comparado a outros autores, não compromete o processo de produção da aguardente, tendo em vista que a legislação vigente permite o ajuste desses teores no processo produtivo. Além disso, a matéria-prima apresenta um valor baixo para pH, o que favorece o crescimento de leveduras e inibe o crescimento de bactérias indesejáveis na fermentação.

Observou-se também que a aguardente de acerola desenvolvida apresentou grau alcoólico superior ao permitido segundo a legislação brasileira de aguardente, o que sugere que novos estudos posteriores devem ser desenvolvidos a fim de se obter uma aguardente dentro dos parâmetros exigidos pela legislação.

Outra sugestão é a utilização de fermentos específicos para produtos fermento-destillados, como os fermentos utilizados para elaboração de espumantes ou hidromel.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J.I.L.; LOPES, J.G.V.; OLIVEIRA, F.M.M. **Produtor de acerola**. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, Instituto Centro de Ensino Tecnológico, 2002. 40p.
- ANDRADE, J. S.; PANTOJA, L.; MAEDA, R. N. Melhoria do rendimento e do processo de obtenção da bebida alcoólica de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 34-38, 2003.
- AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16.ed. Gaithersburg: AOAC, 1997. v. 2.
- ASQUIER, E. R.; SILVA, A. G. M.; CÂNDIDO, M. A. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de fermentado de jabuticaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 4, p. 896-904, 2009.
- ARAÚJO, P. S. R de; MINAMI, K. Acerola. Campinas: **Fundação Cargill**, 1994. 81p
- ASSIS, S. A.; LIMA, D. C.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Activity of pectinmethylesterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development. **Food Chemistry**, v. 74, n. 2, p. 133-137, 2001.
- BOGUSZ JUNIOR, S.; KETZER, D. C. M.; GUBERT, R.; ANDRADES, L.; GOBO, A. B. Composição química da cachaça produzida na região noroeste do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 793-798, 2006.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). **Instrução Normativa nº 15**, de 31 de março de 2011.
- BRASIL, Ministério da fazenda. Receita federal. **Decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997**.
- BRASIL. **Decreto nº 2.314, de 04 de setembro de 1997**. Normas gerais sobre registro, padronização, classificação e inspeção e fiscalização da produção e do comércio de bebidas, 1997.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos Físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 1018p. (Série A. Normas e Manuais Técnicos). IV edição.
- CARRINGTON, C. M. S; KING, R. A. G. Fruit development and ripening in Barbados cherry, *Malpighia emarginata* D.C. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 92, n. 1, p. 1-7, 2002.
- CARVALHO, R. A. **Análise econômica da produção de acerola no município de Tomé-Açu**, Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 21p.
- CASSINI, C. E. B. **Produção de aguardente de cana de açúcar por células imobilizadas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 143p, 2004.

CHAVES, M. C. V; GOLVEIA, J. P. G; ASSIS, F. C; LEITE, J. C. A; SILVA, F. L. H. Caracterização físico-química do suco da acerola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 4, n. 2, 2004. Disponível em: <<http://4www.redalyc.org/articulo.oa?id=50040217>> ISSN 1519-5228.

CÔDO, S. M. B. Destilação. In CARDOSO, M. das G. **Produção de Aguardente de cana-de-açúcar**. 3. ed. Cap. 4,. p. 103-149. Lavras: UFLA, 2013.

COSTA, A. C. S; LIMA, M. A. C; ALVES, R. E; ARAÚJO, A. L. S; BATISTA, P. F; ROSATTI S. R; RISTOW, N. C. **Caracterização de Acerola e dos Resíduos do Processamento em dois Estágios de Maturação**. In: III Simpósio Brasileiro de Pós-Colheita, 4, 2011. Rio de Janeiro: 2011.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n. 3, p. 342-350, set/dez 2003.

DIAS, S. M. B. C. O processo de destilação. In: CARDOSO, M. G. (Ed.). **Produção de aguardente de cana-de-açúcar**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006. Cap. 4, p. 137-202.

EMBRAPA. Fermentação. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_105\\_22122006154841.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_105_22122006154841.html)>. Acesso em: 10 de novembro de 2017.

FREITAS, C.A.S. et al. Acerola: produção, composição, aspectos nutricionais e produtos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 395-400, out-dez, 2006.

GONÇALVES, M. A. B.; CARVALHO, W. R.; DAMIANI, C.; SILVA, F. A.; CALIARI, M.; SILVA, Y. P. A.; et al. Aguardente de cajuzinho do cerrado: produção e análises físicas e químicas. **Revista Processos Químicos**, v. 3 n. 6, ano 3, p. 31-35, jul/dez 2009.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985.

JOLY, A.B. **Botânica: introdução à taxonomia vegetal**. 6.ed. São Paulo: Nacional, 1983. 778p.

LIMA NETO, B. S.; FRANCO, D. W. A aguardente e o controle químico de sua qualidade. **Engarrafador Moderno**, v. 4, n. 33, p. 5-8, 1994.

LIMA, U. A. **Estudo dos principais fatores que afetam os componentes do coeficiente não álcool das aguardentes de cana**. Tese (Catedrático) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, USP, Piracicaba, 1964.

LIMA, U. A. Aguardentes. In: AQUARONE, E.; LIMA, U. A.; BORZANI, V. **Alimentos e bebidas produzidas por fermentação**. São Paulo: Edgar Blücher, 227p. (Série Biotecnologia, 5), 1983.

LIMA, U. A. **Biotecnologia industrial: processos fermentativos e enzimáticos**. São Paulo: Edgar Blücher, Cap. 1, v. 3, p. 1-40, 2001.

MARTÍNEZ, R. G. et al. Evolucion de los parâmetros físico-químicos em aguardientes macerados com madera de roble: iniquencia del tiempo de maceración. **Alimentaria**, n. 284, p. 111-117, 1997.

MENDES, S.M.A et al. **Coleção plantar: acerola**. Embrapa. Brasília, v. 3, p. 13-15, 2012.

MENDONÇA, J. G. P. **Análise de carbamato de etila em cachaças de alambique produzidas por levedura selecionada e fermentação espontânea**. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.128p, 2014.

MEZADRI, T.; VILLAÑO, D.; FERNÁNDEZ-PACHÓN, M. S.; GARCÍA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Antioxidant compounds and antioxidant activity in acerola (*Malpighia emarginata* DC.) fruits and derivatives. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 4, p. 282-290, 2008.

MIRANDA, M.B.; MARTINS, N.G.S.; BELLUCO, A.E.S.; HORII, J.; ALCARDE, A.R. Qualidade química de cachaças e aguardentes brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 27, n. 4, p. 897-901, 2007.

NAKASONE, H.Y.; PAULL, RE. **Other American tropical fruit: acerola**. In.; O Tropical fruits. Wallingford: CAB!, p. 377-389, 1998.

NASCIMENTO, R. F.; CARDOSO, D. R.; LIMA NETO, B. dos S.; FRANCO, D. W. Influência do material do alambique na composição química das aguardentes de cana-de-açúcar. **Química Nova**, v. 21, n. 6, p. 735-739, 1998.

NÓREGA, I. C. C. Análises dos compostos voláteis de aguardente de cana por concentração dinâmica do “headspace” e cromatografia gasosa-espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 23, n. 2, p. 210-216, 2003.

PARENTE, G.D.L. **Cinética da Fermentação e da Destilação na Produção de Aguardente de Abacaxi**. 2014. 77p. Dissertação de Mestrado- Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2014.

RIBEIRO, J.C.G.M. **Fabricação Artesanal da Cachaça Mineira**. 2 ed. Belo Horizonte: Ed. O Lutador, 2002. 92 p.

RITZINGER, R.; RITZINGER C.H.S.P. Cultivo tropical de fruteiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 264, p. 17-25, set./out. 2011.

SCHWAN, R.F.; CASTRO, H.A. de. **Fermentação**. In: CARDOSO, M. das G. (En.). Produção de aguardente de cana-de-açúcar. UFLA, 2001. p. 113-26.

SILVA, M. C.; AZEVÊDO, L. C.; CARVALHO, M. M.; SÁ, A. G. B.; LIMA, M. S. Elaboração e avaliação da qualidade de aguardentes de frutas submetidas a diferentes tratamentos. **Revista Semiárido De Visu**, v. 1, n. 2, p. 100-114, 2011.

SOARES, E.C. et al. Desidratação da polpa da acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo “FOAM-MAT”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 164-170, 2001.

SOUZA, M. J. **Preparação e caracterização físico-química da aguardente de pimenta**. São Cristovão-SE. 2017.

VENTURINI FILHO, W. G.; MENDES, B. P. Fermentação alcoólica de raízes tropicais. In: VILA NOVA, M.X. **Análise das leveduras do mosto da fermentação alcoólica de alambiques artesanais produtores de cachaça em Pernambuco**. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2008.

VIDAL, E.E. et al. Influence of nitrogen supply on the production of higher alcohols/esters and expression of flavour-related genes in cachaça fermentation. **Food Chemistry**, London, n. 138, v. 1, p. 701–708, May 2013.